



## ВЛИЯНИЕ ТОРАКОПЛАСТИКИ НА ФУНКЦИЮ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

Приморский краевой противотуберкулезный диспансер <sup>1</sup>,  
Тихоокеанский государственный медицинский университет <sup>2</sup>, г. Владивосток,  
Российская Федерация

**Цель.** Оценить функцию внешнего дыхания после торакопластики с использованием полипропиленовой сетки.

**Материал и методы.** Исследованы 42 случая коллапсохирургического лечения фиброзно-кавернозного туберкулеза легких. Пациенты были разделены на две группы: 1-я группа (n=21) – пациенты, которым выполнялся авторский метод экстраплевральной верхнезадней торакопластики с применением сетчатого имплантата “Surgipro”; 2-я группа (n=21) – пациенты, которым выполнялась традиционная экстраплевральная верхнезадняя торакопластика. В послеоперационном периоде сравнивались функция внешнего дыхания, перфузия легких, коэффициент мертвого пространства.

**Результаты.** При проведении спирографического исследования до операции выявлено нарушение функции внешнего дыхания у всех пациентов. В первые сутки после вмешательства в обеих группах отмечено изменение газового состава крови и вентиляционно-перфузионных отношений. Во второй группе отмечено значительное снижение жизненной емкости легких, объема форсированного выдоха, процента насыщения артериальной крови кислородом ( $p < 0,05$ ) и развитие дыхательного и метаболического ацидоза. В первой группе исследования, при торакопластике с применением сетчатого имплантата “Surgipro”, не выявлено нарушения вентиляционно-перфузионного баланса и значимого снижения показателей внешнего дыхания в сравнении с исходными цифрами ( $p > 0,05$ ). Клиническое и рентгенологическое обследование пациентов спустя три недели после операции свидетельствовали, что в группе с использованием полипропиленовой сетки возникновение осложнений и сохранение бактериовыделения наблюдались значительно реже. Разработанный метод экстраплевральной верхнезадней торакопластики с применением сетчатого полипропиленового имплантата позволяет решить проблемы восстановления грудной клетки, снижает риск развития парадоксального дыхания и повышает степень компрессии, необходимой для закрытия дефектов в легких.

**Заключение.** Нарушение каркасности грудной клетки понижает выделение из организма углекислого газа. Использование сетчатого имплантата при формировании нового плеврального купола уменьшает коэффициент мертвого пространства и предотвращает развития дыхательного дисбаланса.

**Ключевые слова:** туберкулез легких, внешнее дыхание, торакопластика, полипропиленовая сетка, имплантат

**Objective.** To evaluate the function of external respiration after thoracoplasty using the polypropylene mesh.

**Methods.** 42 cases of collapse surgical treatment of fibrous-cavernous pulmonary tuberculosis were studied. Patients were divided into 2 groups. The 1<sup>st</sup> group (n=21) – patients who were performed the author's method of extrapleural upper-posterior thoracoplasty using the mesh "Surgipro" implant; the 2nd group (n=21) – patients who underwent traditional extrapleural upper-posterior thoracoplasty. The function of external respiration, perfusion of the lungs, dead space ratio and efficiency of surgical method were compared.

**Results.** Pre-surgery spirometric study revealed the violation of the external respiration function in all patients. There was a change in the gas composition of the blood and ventilation-perfusion relations on the first day after the intervention in both groups. In the second group, there was a significant decrease in lung capacity, forced expiratory volume, the percentage of arterial blood oxygen saturation ( $p < 0.05$ ) and the development of respiratory and metabolic acidosis. In the first group, thoracoplasty using the mesh implant "Surgipro" revealed no violation of the ventilation-perfusion balance and a significant decrease in external respiration compared to the original figures ( $p > 0.05$ ). Clinical and x-ray examination of patients three weeks after the operation indicates that in the group with the use of polypropylene mesh, the occurrence of complications and the preservation of bacterial excretion is much lower. The developed method of extrapleural upper-posterior thoracoplasty using a mesh polypropylene implant can solve the problem of chest reconstruction, reduces the risk of paradoxical breathing and increases the degree of compression necessary to close the defects in the lungs.

**Conclusions.** Breach of the skeleton of the chest lowers the release of carbon dioxide from the body. The use of the mesh implant in the formation of a new pleural dome reduces the coefficient of dead space and prevents the development of the respiratory imbalance.

**Keywords:** pulmonary tuberculosis, external respiration, thoracoplasty, polypropylene mesh, implant



### Научная новизна статьи

Впервые оценена эффективность торакопластики с использованием полипропиленовой сетки для предупреждения дыхательного дисбаланса при туберкулезе легких. Установлено, что использование сетчатого имплантата позволяет решить проблемы восстановления грудной клетки, повышает степень компрессии, необходимой для закрытия дефектов в легких, устраняет флотацию органов грудной полости и предотвращает развитие дыхательного дисбаланса.

### What this paper adds

The effectiveness of thoracoplasty using the polypropylene mesh to prevent respiratory imbalance in pulmonary tuberculosis has been studied for the first time. The use of a mesh implant has been established to solve the problems of the chest recovery, to increase the degree of compression necessary to close the defects in the lungs, to eliminate the flotation of the chest cavity organs and to prevent the development of the respiratory imbalance.

### Введение

Торакопластика активно возвращает себе ранее утраченные позиции во фтизиатрической практике, особенно у пациентов с лекарственной устойчивостью вследствие снижения возможностей современных схем химиотерапии и резекционных вмешательств [1, 2]. Для более надежного воздействия на каверну предложены различные модификации селективной торакопластики, пластические операции на каверне и паренхиме легкого. Наличие в арсенале хирургов большого количества методов операций обусловлено разнообразием туберкулезного процесса, морфологией и топографией каверны [3, 4]. Однако при любой торакопластике анатомически уменьшается объем плевральной полости, что влечет за собой изменение вентиляционно-перфузионных отношений. Кроме того нарушение каркасности грудной клетки приводит к парадоксальному движению легкого на стороне операции. Невозможность выполнения полноценного вдоха изменяет движение воздуха в легких, соответственно увеличивает остаточную емкость и нарастание гипоксии [5, 6]. Меняющееся в процессе дыхания давление в поврежденной половине грудной клетки вызывает флотацию средостения с нарушением притока крови и сердечного выброса [7]. Снижается дренажная способность бронхов, что способствует развитию послеоперационных осложнений и обострению туберкулезного процесса.

Для устранения проблемы развития механизма парадоксального дыхания и осложнений, связанных с ним, разработана торакопластика с использованием полипропиленовой сетки.

**Цель.** Оценить функцию внешнего дыхания после торакопластики с использованием полипропиленовой сетки.

### Материал и методы

Проведен анализ 42 операций экстраплевральной верхнезадней торакопластики, выполненных в 2015-2017 гг. на базе Приморского

краевого противотуберкулезного диспансера г. Владивостока.

Пациенты распределены по следующим группам: 1-я группа (n=21) (основная) – пациенты, которым выполнялся авторский метод экстраплевральной верхнезадней торакопластики с применением сетчатого имплантата “Surgipro”; 2-я группа (n=21) (сравнения) – пациенты с традиционной экстраплевральной верхнезадней торакопластикой (ВЗТП). Группы были сопоставимы по основным клиническим и лабораторным показателям, в том числе специфическим для туберкулезного поражения. По половой и возрастной структуре различий в группах не было.

До поступления в хирургический стационар пациентам назначали антибактериальную терапию с учетом чувствительности возбудителя к противотуберкулезным препаратам. Сроки предоперационной антибактериальной терапии у каждого пациента определяли индивидуально, в зависимости от активности процесса. Критерием включения для коллапсохирургического лечения являлся фиброзно-кавернозный туберкулез легких, с кавернами более 5 см. Критерием исключения из исследования являлись хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма, осложненные формы туберкулеза легких, перенесенные ранее резекции легких и дыхательная недостаточность III степени. Во всех случаях объем торакопластики выполнялся в 5 реберном варианте.

Методика проведения авторского способа операции заключалась в формировании нового плеврального купола и контролируемого коллапса верхушки легкого путем фиксации трансплантата из синтетической сетки, шириной от 2 до 5 см, длиной до 15 см, к первому либо ко второму грудинно-реберному сочленению с последующим приведением к реберно-позвоночному отрезку нерезецированного ребра после экстраплеврального пневмолиза верхушки легкого (Патент России RU №2634681). Дренаж подключали к активной аспирации и удаляли, когда отделяемого за сутки становилось менее 100 мл.

Результаты хирургического метода оценивались по влиянию на функцию внешнего дыхания, наличию осложнений в послеоперационном периоде и прекращению бактерионосительства.

Исследования проводились до оперативного вмешательства, на первые, пятые сутки и перед выпиской. Контроль газов крови осуществлялся с помощью анализатора ABL800 FLEX. Измерялись показатели парциального давления кислорода в артериальной крови ( $P_{aO_2}$ ), парциальное давление углекислого газа в артериальной крови ( $P_{aCO_2}$ ), кислотность крови (pH). Порционное давление углекислого газа в выдыхаемом воздухе ( $P_{CO_2}$ ) находили портативным анализатором CapnoTrue MG. Функцию внешнего дыхания (ФВД) определяли спироанализатором CHESTGRAPH Hi-101. Измеряли жизненную емкость легких (ЖЕЛ), объем форсированного выдоха за одну секунду (ОФВ<sub>1</sub>), частоту дыхания (ЧД). Коэффициент мертвого пространства определяли, используя уравнение Бора, которое рассчитывается с помощью одновременного измерения концентрации углекислого газа в пробах артериальной крови и выдыхаемого воздуха (в норме составляет 0,2-0,4).

### Статистика

Математическая обработка результатов исследования проведена с использованием программ Microsoft Excel 2010, Statistica 6.0 и SPSS 12.0. Для представления данных рассчитывалось среднее значение показателя и стандартное отклонение. При выполнении условия нормальности распределения (тест Колмогорова-Смирнова) статистическую значимость различий (p) определяли с помощью t-критерия Стьюдента,

$\chi^2$  Пирсона. Если в таблице 2×2 хотя бы одна из сравниваемых частот была менее 5, использовали точный тест Фишера для получения значения достигнутого уровня значимости p. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты

Результаты спирографического исследования показали, что при поступлении в стационар нарушение функции внешнего дыхания было выявлено у всех пациентов (таблица): у 8 пациентов (19%) – первой степени дыхательной недостаточности, а у 34 (81%) – второй степени соответственно.

Полученные данные указывают, что во второй группе исследования отклонения в сторону снижения ФВД наблюдались с первых суток вмешательства и сохранялись до 3-й недели ( $p < 0,05$ ). При ВЗТП с применением сетчатого имплантата “Surgipro” значимого снижения показателей внешнего дыхания в сравнении с исходными цифрами не выявлено ( $p > 0,05$ ).

Изменения газового состава крови и вентилиционно-перфузионных отношений отмечены в первые сутки после вмешательства в обеих группах. При этом во второй группе отклонения в механике дыхания и газообмене носили выраженный характер, что приводило к развитию дыхательного и метаболического ацидоза (таблица) ( $p < 0,05$ ).

В первые сутки после операции во второй группе исследования отмечено значительное снижение жизненной емкости легких, объема форсированного выдоха и процента насыщения артериальной крови кислородом ( $p < 0,05$ ) с тенденцией к повышению показателей к 5-м суткам и сохранению на цифрах значительно ниже дооперационных до 3-й недели ( $p < 0,05$ ).

Таблица

Показатели функции внешнего дыхания и газов крови по группам исследования ( $M \pm m$ )								
Показатели	До операции		1-е сутки после операции		5-е сутки после операции		3 недели после операции	
	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа
ЖЕЛ (VC), %	70,2±2,9	71,8±2,1	69,9±3,7	59,1±3,8*	69,8±2,8	63,3±2,4	71,5±2,8	65,4±1,4
ОФВ <sub>1</sub> (FEV <sub>1</sub> ), %	76,2±4,1	77,6±3,2	72,6±2,6	39,5±1,3*	73,2±2,9	69,4±1,7	74,6±1,5	74,0±2,9
ЧД (BF), (дых/мин)	19,5±0,4	19,6±0,3	22,5±0,6	25,0±0,9*	21,1±0,5	22,8±0,8	20,5±0,7	22,0±0,6
$PCO_2$ , мм рт.ст.	32,0±0,9	34,1±1,9	34,6±1,8	28,8±2,2*	32,0±2,2	27,8±2,3	32,1±2,2	32,5±1,7
$PaO_2$ , мм рт.ст.	67,2±2,6	68,1±2,2	68,3±3,0	56,0±2,6*	69,1±3,4	64,1±2,8	71,8±3,5	69,8±3,3
$PaCO_2$ , мм рт.ст.	45,9±2,6	45,8±2,2	45,1±1,9	51,2±2,3*	40,0±3,1	42,8±2,1	43,3±2,5	45,7±1,9
pH	7,35±0,2	7,34±0,2	7,33±0,1	7,04±0,3	7,35±0,3	7,1±0,5	7,42±0,4	7,25±0,2
Коэффициент мертвого пространства	0,3±0,01	0,26±0,02	0,23±0,03	0,44±0,03*	0,2±0,04	0,35±0,05	0,26±0,02	0,28±0,01

Примечание: \* – достоверность различий между основной и контрольной группами ( $p < 0,05$ ), достоверность различий с исходными данными группы ( $p < 0,05$ ).

Применение тугого бинтования грудной клетки недостаточно эффективно решало проблему нарушения каркасности. При этом возникало сдавление органов средостения, что отрицательно сказывалось на работе органов сердечно-сосудистой системы. К тому же, уменьшалась дыхательная экскурсия, что способствовало развитию бронхолегочных осложнений. В связи с этим в раннем послеоперационном периоде наблюдалось обострение туберкулезного процесса у 7 (33,3%) пациентов второй группы ( $\chi^2=0,019$ ,  $p<0,05$ ).

При создании нового плеврального купола с использованием полипропиленовой сетки выявлена значимая разница показателей эффективности дыхания по сравнению со второй группой ( $p<0,05$ ) в первые сутки после вмешательства. Затем отмечена стабилизация показателей газового состава крови и функции внешнего дыхания к 5-м суткам с приближением к исходным данным к 3-й неделе. При этом в раннем послеоперационном периоде наблюдалось обострение туберкулезного процесса у 1 (4,7%) пациента первой группы исследования.

В исследуемых группах неблагоприятных исходов не было.

Прекращение бактериовыделения спустя 3 недели после операции в первой группе произошло у 19 (90,5%) пациентов, а во второй группе — у 13 (61,9%) ( $\chi^2=0,019$ ,  $p<0,05$ ). Закрытие полостей распада в первой группе подтверждено у 76,2%, во второй — у 42,9% пациентов ( $\chi^2=0,028$ ,  $p<0,05$ ).

### Обсуждение

Туберкулезное поражение легких приводит к ограничению расправления легочной ткани и неравномерной их вентиляции. Измененные области легких с анатомическим мертвым пространством ведут к вентиляционно-перфузионной неравномерности, зависимой от анатомических взаимоотношений, что подтверждается изменением коэффициента мертвого пространства в группах после хирургического вмешательства. При этом функция дыхания, с точки зрения удаления  $\text{CO}_2$ , оказывается менее эффективной в группе сравнения (таблица).

При традиционной ВЗТП происходит обширная травма мышц, участвующих в дыхании, образуется дефект реберного каркаса, приводящий к нарушению вентиляции легких. Недостаточно вентилируемые области легких получают меньше вдыхаемого кислорода, снижается дренажная способность бронхов, задерживается мокрота, из-за чего формируются участки гиповентиляции и застойных явлений в легких,

провоцируя развитие легочных осложнений и обострение специфического процесса [4, 7], что подтверждает проведенное исследование.

Согласно данным литературы, полной нормализации функции внешнего дыхания после различных торакопластик к моменту выписки не происходит, она восстанавливается медленнее и позднее, чем улучшается общее состояние больного [2, 7], что сопоставимо с полученными данными в исследуемых группах пациентов.

Таким образом, разработанный метод экстраплевральной верхнезадней торакопластики с применением сетчатого полипропиленового имплантата позволяет решить проблемы восстановления грудной клетки, снижает риск развития парадоксального дыхания, бронхолегочных осложнений и повышает степень компрессии, необходимой для закрытия дефектов в легких.

### Выводы

1. Нарушение каркасности грудной клетки понижает выделение из организма углекислого газа.
2. Использование сетчатого имплантата при формировании нового плеврального купола уменьшает коэффициент мертвого пространства и предотвращает развитие дыхательного дисбаланса.

### Финансирование

Работа выполнялась в соответствии с планом научных исследований Тихоокеанского государственного медицинского университета.

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей изделий медицинского назначения авторы не получали.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что конфликт интересов отсутствует.

### Этические аспекты Одобрение комитета по этике

Исследование одобрено этическим комитетом Тихоокеанского государственного медицинского университета.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Fu Y, Duanmu H, Fu Y. Surgery for Pulmonary Tuberculosis and Its Indications. In: Lu Y, Wang L, Duanmu H, Chanyasulkit C, Strong A, Zhang H. (eds). Handbook of Global Tuberculosis Control. Springer, Boston, MA; 2017. p 225-34 doi: [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6667-7\\_14](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6667-7_14)

2. Отс ОН, Чушкин МИ, Стручков ПВ. Нарушения респираторной функции легких у больных с посттуберкулезными изменениями. *Пульмонология*. 2017;27(5):656-63. doi: <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2017-27-3-656-663>
3. Dewan RK, Moodley L. Resurgence of therapeutically destitute tuberculosis: amalgamation of old and newer techniques. *J Thorac Dis*. 2014 Mar;6(3):196-201. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2013.12.19
4. Kuhtin O, Veith M, Alghanem M, Martel I, Giller D, Haas V, Lampl L. Thoracoplasty-Current View on Indication and Technique. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2018 May 17. doi: 10.1055/s-0038-1642633
5. Hicks A, Muthukumarasamy S, Maxwell D, Howlett D. Chronic inactive pulmonary tuberculosis and treatment sequelae: chest radiographic features. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2014 Feb;18(2):128-33. doi: 10.5588/ijtld.13.0360
6. Корпусенко ИВ. Применение малоинвазивной экстраплевральной торакопластики у пациентов с двусторонним туберкулезом легких. *Новости Хирургии*. 2015;23(1):37-43. doi: <http://dx.doi.org/10.18484/2305-0047.2015.1.37>
7. Вишневский АА, Рудаков СС, Миланов НО. Хирургия грудной стенки: рук. Москва, РФ: Видар; 2005. 312 с. [http://kingmed.info/knigi/Hirurgiya/Torakalnaya\\_hirurgiya/book\\_2032/Hirurgiya\\_grudnoy\\_stenkiVishnevskiy\\_AA\\_Rudakov\\_SS\\_Milanov\\_NO-2005-pdf](http://kingmed.info/knigi/Hirurgiya/Torakalnaya_hirurgiya/book_2032/Hirurgiya_grudnoy_stenkiVishnevskiy_AA_Rudakov_SS_Milanov_NO-2005-pdf)

#### REFERENCES

1. Fu Y, Duanmu H, Fu Y. Surgery for Pulmonary

#### Адрес для корреспонденции

690041, Российская Федерация,  
г. Владивосток, ул. Пятнадцатая, д. 2,  
Приморский краевой  
противотуберкулезный диспансер,  
4-е легочное хирургическое отделение,  
тел. моб.: +7 914 734-35-74,  
e-mail: [sur\\_belove@mail.ru](mailto:sur_belove@mail.ru),  
Белов Сергей Анатольевич

#### Сведения об авторах

Белов Сергей Анатольевич, к.м.н., торакальный хирург 4-го легочного хирургического отделения Приморского краевого противотуберкулезного диспансера, г. Владивосток, Российская Федерация. <http://orcid.org/0000-0001-5325-2891>  
Григорюк Александр Анатольевич, к.м.н., доцент Института хирургии, Тихоокеанский государственный медицинский университет, г. Владивосток, Российская Федерация. <http://orcid.org/0000-0002-7957-5872>

#### Информация о статье

Получена 13 августа 2018 года.  
Принята в печать 3 мая 2019 г.  
Доступна на сайте 1 июля 2019 г.

- Tuberculosis and Its Indications. In: Lu Y, Wang L, Duanmu H, Chanyasulkit C, Strong A, Zhang H. (eds). Handbook of Global Tuberculosis Control. Springer, Boston, MA; 2017. p 225-34 doi: [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6667-7\\_14](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6667-7_14)
2. Ots ON, Chushkin MI, Struchkov PV. Post tuberculosis lung function impairment. *Pul'monologiya*. 2017;27(5):656-63. doi: <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2017-27-3-656-663> (in Russ.)
3. Dewan RK, Moodley L. Resurgence of therapeutically destitute tuberculosis: amalgamation of old and newer techniques. *J Thorac Dis*. 2014 Mar;6(3):196-201. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2013.12.19
4. Kuhtin O, Veith M, Alghanem M, Martel I, Giller D, Haas V, Lampl L. Thoracoplasty-Current View on Indication and Technique. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2018 May 17. doi: 10.1055/s-0038-1642633
5. Hicks A, Muthukumarasamy S, Maxwell D, Howlett D. Chronic inactive pulmonary tuberculosis and treatment sequelae: chest radiographic features. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2014 Feb;18(2):128-33. doi: 10.5588/ijtld.13.0360
6. Korpusenko IV. Application of minimally invasive extrapleural thoracoplasty in patients with bilateral tuberculosis of the lungs. *Novosti Khirurgii*. 2015;23(1):37-43. doi: <http://dx.doi.org/10.18484/2305-0047.2015.1.37> (in Russ.)
7. Vishnevskii AA, Rudakov SS, Milanov NO. Khirurgiya grudnoi stenki: ruk. Moscow, RF: Vidar; 2005. 312 p. [http://kingmed.info/knigi/Hirurgiya/Torakalnaya\\_hirurgiya/book\\_2032/Hirurgiya\\_grudnoy\\_stenki-Vishnevskiy\\_AA\\_Rudakov\\_SS\\_Milanov\\_NO-2005-pdf](http://kingmed.info/knigi/Hirurgiya/Torakalnaya_hirurgiya/book_2032/Hirurgiya_grudnoy_stenki-Vishnevskiy_AA_Rudakov_SS_Milanov_NO-2005-pdf) (in Russ.)

#### Address for correspondence

690041, The Russian Federation,  
Vladivostok, Pyatnadsataya Str., 2,  
Seaside Regional Antituberculous Dispensary,  
4th Pulmonary Surgical Department.  
Tel. mobile: +7 914 734-35-74,  
e-mail: [sur\\_belove@mail.ru](mailto:sur_belove@mail.ru),  
Sergei A. Belov

#### Information about the authors

Belov Sergei A., PhD, Thoracic Surgeon, 4th Pulmonary Surgical Department, Seaside Regional Antituberculous Dispensary, Vladivostok, Russian Federation. <http://orcid.org/0000-0001-5325-2891>  
Grigoryuk Alexandr A., PhD, Associate Professor, Institute of Surgery, Pacific State Medical University, Vladivostok, Russian Federation. <http://orcid.org/0000-0002-7957-5872>

#### Article history

Arrived: 13 August 2018  
Accepted for publication: 3 May 2019  
Available online: 1 July 2019